TOMARI

泊発電所のあらまし

泊発電所のあらまし

●主要施設配置図

位置
北海道古宇郡泊村大字堀株村

電気出力
1号機　57万9千キロワット
2号機　57万9千キロワット

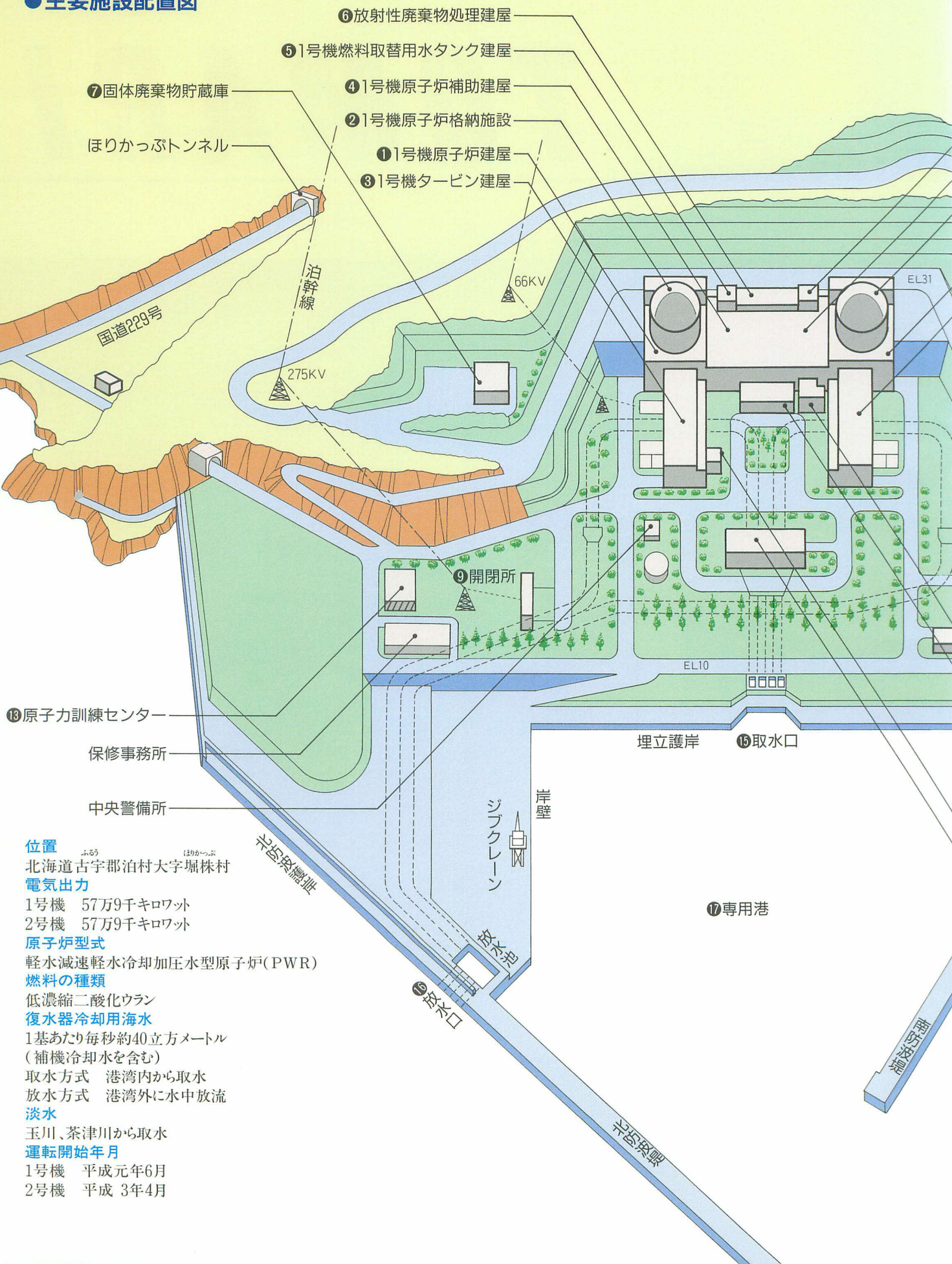
原子炉型式
軽水減速軽水冷却加圧水型原子炉(PWR)

燃料の種類
低濃縮二酸化ウラン

復水器冷却用海水
1基あたり毎秒約40立方メートル
(補機冷却水を含む)
取水方式　港湾内から取水
放水方式　港湾外に水中放流

淡水
玉川、茶津川から取水

運転開始年月
1号機　平成元年6月
2号機　平成 3年4月

❺2号機燃料取替用水タンク建屋
❹2号機原子炉補助建屋
❷2号機原子炉格納施設
❶2号機原子炉建屋
❸2号機タービン建屋
展望台
南防波堤
❿給排水処理建屋
⓬運営管理センター
⓮管理事務所
⓫補助ボイラー建屋
❽循環水ポンプ建屋

●各施設のご案内

①原子炉建屋
発電所の中心となる建物で原子炉格納施設、燃料取り扱い棟、それにディーゼル発電機などが設置されている周辺補機棟からなっています。

②原子炉格納施設
原子炉建屋の中央にあり、原子炉格納容器とそれを覆うコンクリートの外部遮へいでできています。原子炉格納容器の中には、発電所の心臓部といえる原子炉容器、蒸気発生器、加圧器などが設置されています。

③タービン建屋
蒸気発生器でつくられた蒸気が送られてくるところ。蒸気の力でタービン・発電機をまわし、電気をおこします。

④原子炉補助建屋
発電所の運転をコントロールする中央制御室や計算機室をはじめ、廃棄物処理設備などが設置されています。

⑤燃料取替用水タンク建屋
原子燃料は定期的に取り替えますが、この時使用する水の入ったタンクが設置されています。

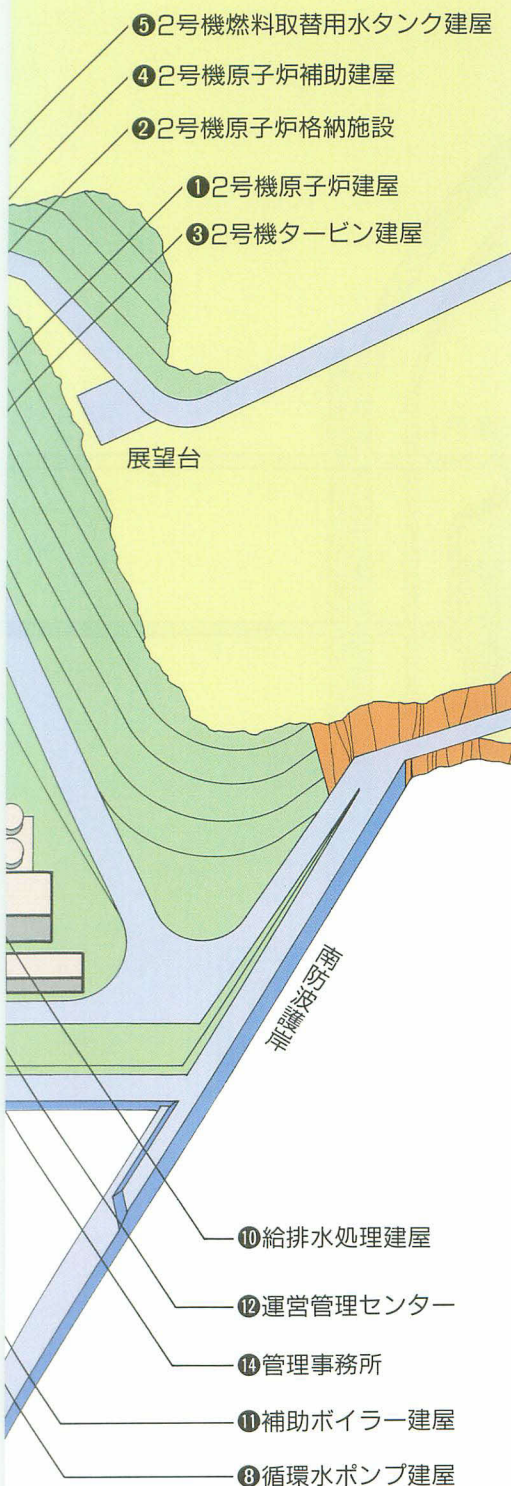
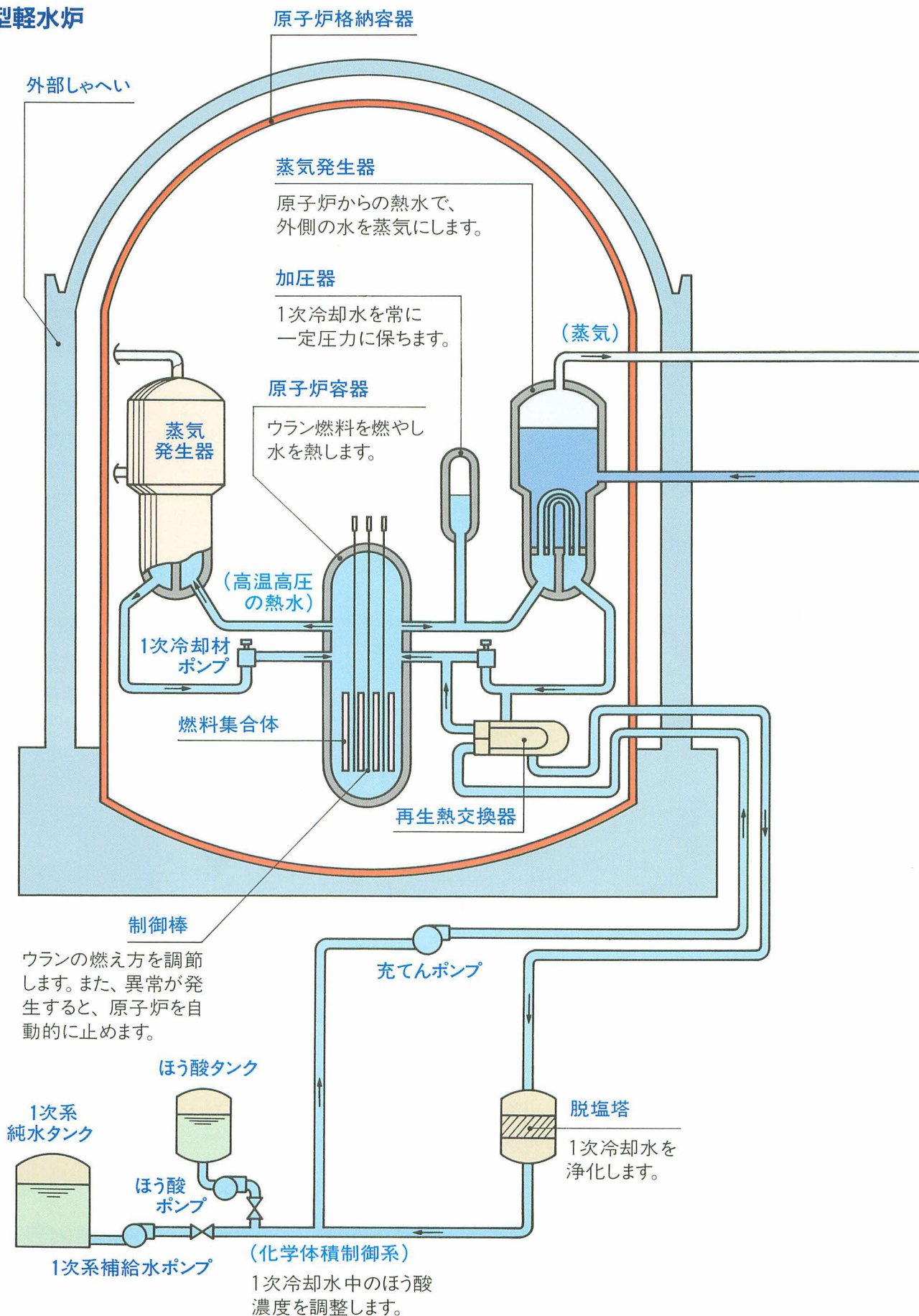
⑥放射性廃棄物処理建屋(1・2号共用)
放射性廃棄物をアスファルトやセメントで固める装置やドラム缶に詰める装置などが設置されています。

⑦固体廃棄物貯蔵庫(1・2号共用)
ドラム缶に詰められた放射性廃棄物を安全に保管します。泊発電所では年間で300～400本のドラム缶が発生しますが、この貯蔵庫では約18,000本保管できます。

⑧循環水ポンプ建屋(1・2号共用)
復水器で使用する冷却水を取り入れる循環水ポンプと、原子炉補機冷却海水ポンプなどが設置されています。循環水ポンプは、1・2号機それぞれ2台ずつ計4台設置されています。

⑨開閉所(1・2号共用)
発電機と送電系統の連絡や切り離しをする遮断機、落雷から送電線を守る避雷器などが設置されています。

⑩給排水処理建屋(1・2号共用)
給水処理設備や排水処理設備が設置されています。

⑪補助ボイラー建屋(1・2号共用)
発電所が運転を停止した時に必要な暖房や保温蒸気を送るボイラー設備などが設置されています。

泊発電所の発電のしくみ

⑫運営管理センター

会議室や資料室などの他、運転員の教育訓練用シミュレータ室があります。中央制御室と同寸法の模擬制御盤などが設置され、充実した効果的な教育、訓練が行われています。

⑬原子力訓練センター

発電所のおもな設備と同様なものが設置されており、保修員や運転員の各種訓練および関連会社技術者の知識・技能の向上を図るべく、実技を主体とした教育・訓練を行います。

⑭管理事務所

泊発電所全体の管理業務を行う事務所です。

⑮⑯取・放水口

タービンを回し終えた蒸気を冷やして、水に戻すためなどに使う海水を専用港の取水口から取り入れます。また、役目を終えた海水は北防波堤基部の放水池に送られ、港湾外の海中に放流します。

⑰専用港

新燃料および使用済燃料や資機材の受払いなどに使用します。

●泊発電所のあゆみ

昭和44年
- 〈9月〉●建設予定地決定(共和・泊地区)

46
- 〈1月〉●原子力発電岩内調査事務所設置

53
- 〈9月〉●立地点変更(泊村大字堀株村)

54
- 〈12月〉●環境調査開始

56
- 〈12月〉●第一次公開ヒアリング開催

57
- 〈3月〉●電調審において国の電源開発基本計画に組み入れ
- 〈7月〉●泊原子力発電所建設準備事務所設置
- 〈12月〉●建設協定締結

58
- 〈12月〉●第二次公開ヒアリング開催

59
- 〈6月〉原子炉設置、電気工作物変更許可(57・6申請)
- 〈7月〉●泊原子力発電所建設所設置
- 〈8月〉●工事計画認可(59・6申請)・本格着工

60
- 〈4月〉●一号機原子炉基礎基盤検査
- 〈6月〉●二号機原子炉基礎基盤検査

61
- 〈2月〉●安全協定締結
- 〈8月〉●一号機原子炉格納容器耐圧・漏えい検査

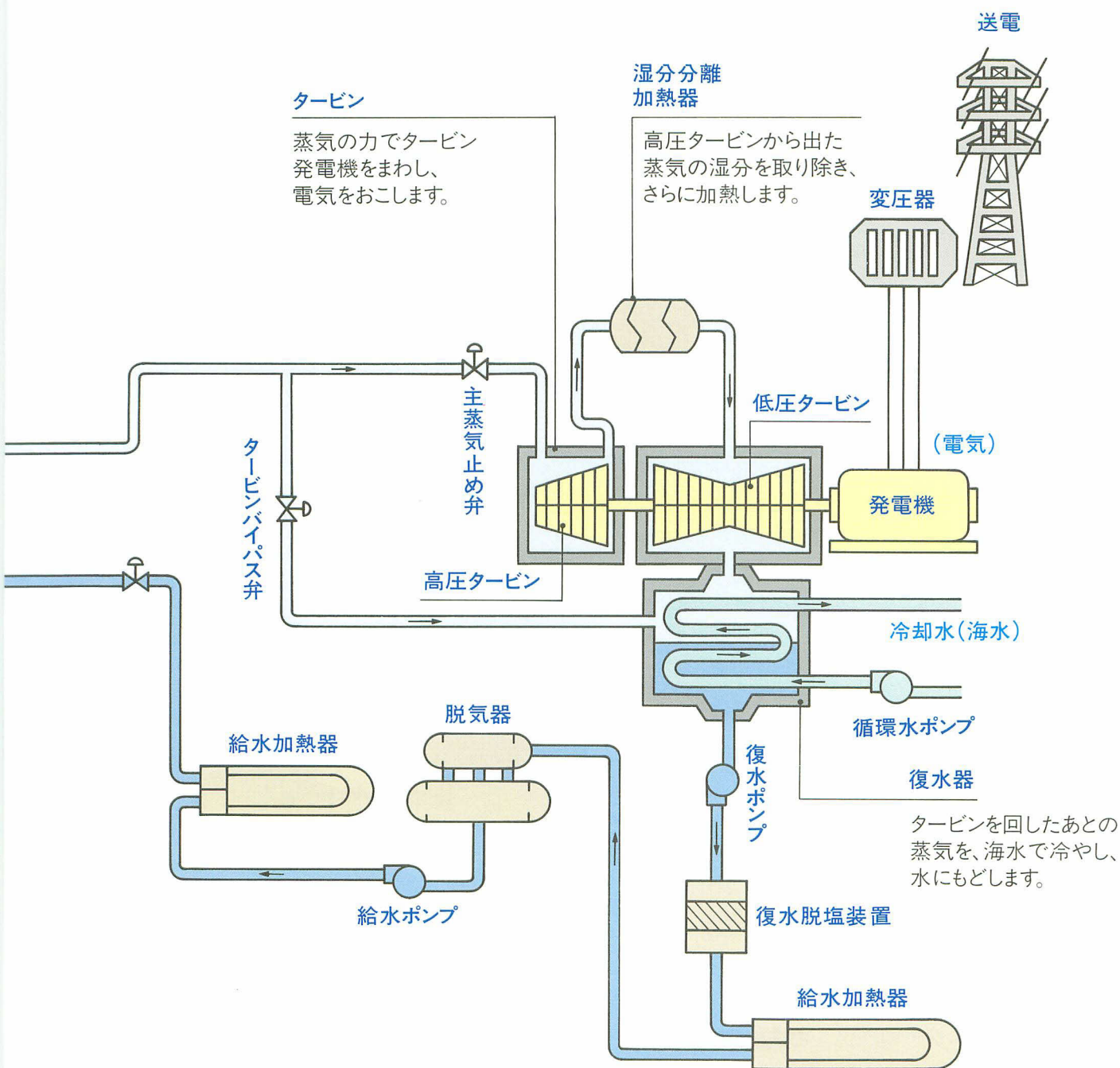
62
- 〈9月〉●二号機原子炉格納容器耐圧・漏えい検査

63
- 〈4月〉●一号機一次系水圧検査(CHT)実施
- 〈6月〉●一号機温態機能検査実施
- 〈7月〉●一号機燃料搬入
- 〈10月〉●一号機燃料装荷、試運転開始
- 〈11月〉●一号機初臨界達成
- 〈12月〉●一号機初併入(初送電)

平成元年
- 〈6月〉●一号機営業運転開始
- 〈10月〉●二号機一次系水圧検査(CHT)実施
- 〈12月〉●二号機温態機能検査実施

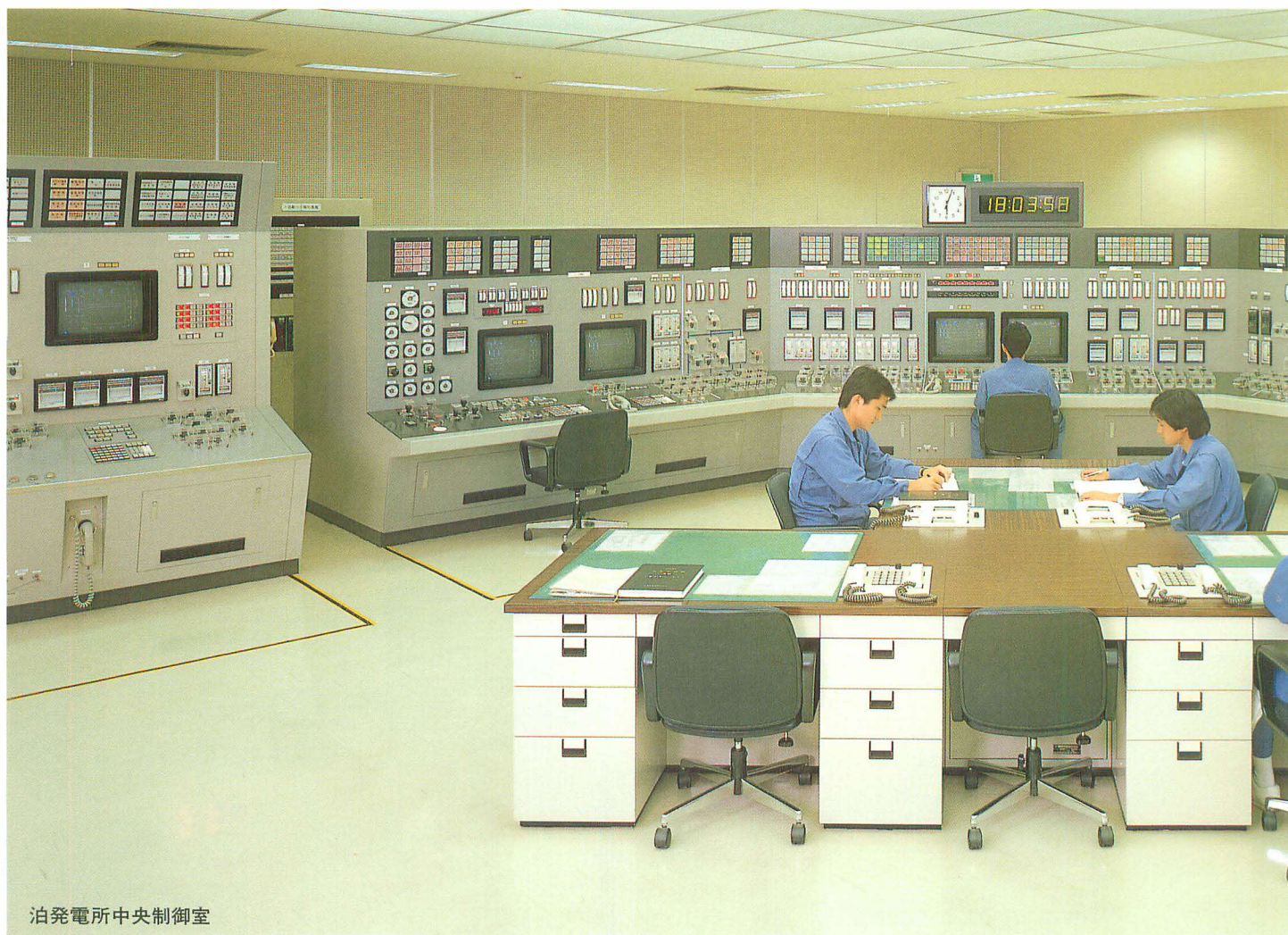
2
- 〈4月〉●一号機定期検査開始
- 〈4月〉●二号機燃料搬入
- 〈6月〉●二号機燃料装荷、試運転開始
- 〈7月〉●二号機初臨界達成
- 〈8月〉●二号機初併入(初送電)

3
- 〈4月〉●二号機営業運転開始

積
丹
半
島
日本海
神恵内村
泊村
泊発電所
共和町
岩内町
至神恵内
照岸
糸泊
泊 村
茅沼
玉川
渋井
茶津川
茶津
周辺監視区域
ほりかっぷトンネル
ほりかっぷ
発電所
宮丘
原子力
PRセンター
当社社宅
北海道原子力
環境センター
堀株
泊発電所
発足
堀株川
229
至余市・倶知安
浜中
日
本
海
共和町
梨野舞納
岩内港
フェリー
ターミ
ナル
20
至余市・倶知安
岩内町
456
至雷電
東老古美
至ニセコ

原子力発電所といっても、蒸気の力でタービン・発電機を回し電気をおこすという原理は、火力発電所と同じです。違うのは、石炭や石油の代わりにウラン燃料を使い、その核分裂によって生まれた熱エネルギーを冷却水に伝え、蒸気を発生させる点です。

加圧水型原子力発電所の場合、冷却水には2つの系統があり、原子炉の中で燃料棒に直接触れる冷却水を1次冷却材、そこから熱をもらって蒸気になる冷却水を2次冷却材と呼んでいます。1次冷却材は、原子炉内でウラン燃料の核分裂により高温高圧の熱水となって蒸気発生器に導かれ、蒸気発生器の中の細管を通って再び原子炉に戻ります。細管の外側には2次冷却材が流れており、1次冷却材から熱をもらって沸騰し、蒸気になります。この蒸気がタービン・発電機を回し電気をおこすわけです。役目を終えた蒸気は、復水器を通って海水で冷やされ、再び水となって蒸気発生器に戻ります。このように加圧水型の原子力発電所は、1次冷却材と2次冷却材が完全に分かれているのが大きな特徴です。

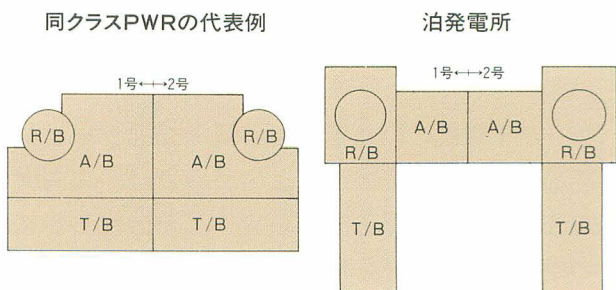
なお、原子炉の起動や停止、出力の増減は、制御棒の出し入れと、1次冷却材の中に溶けているホウ酸の濃度を変化させることで行います。

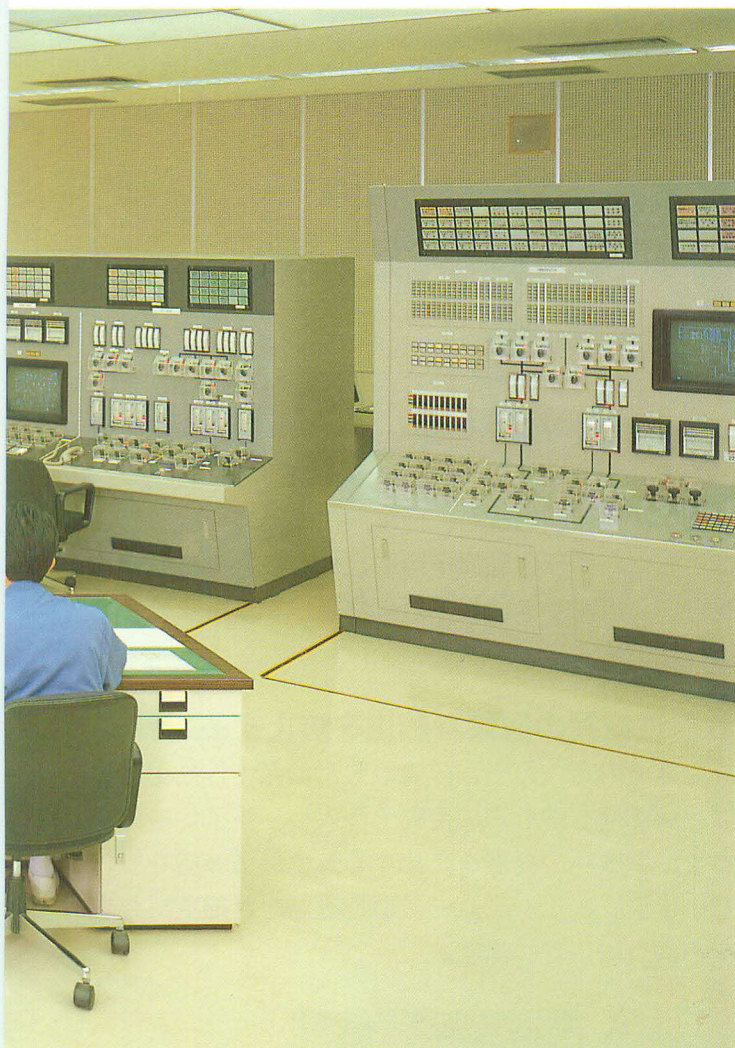
泊発電所の特徴

泊発電所中央制御室

改良標準化の反映

わが国での軽水炉の運転実績、経験の蓄積、軽水炉技術の向上等により、国産化、標準化の気運が高まり、昭和50年から政府と民間(電力、メーカー)が中心となって、〝軽水炉改良標準化〟の検討が進められました。泊発電所の設計においても、発電所の信頼性や稼動率の向上、作業時に受ける放射線量の低減等を図るため、燃料設計及び蒸気発生器の改良、検査装置の自動化等の検討成果を反映しました。

建屋配置の改良

発電所の主要な建屋として、原子炉建屋、原子炉補助建屋、タービン建屋等があります。原子炉建屋、原子炉補助建屋は、十分な耐震性をもつ構造とし、タービン建屋は、発電所敷地の地形や施工性の点から、1・2号機原子炉建屋に対して直角に配置しました。

品質保証体制の確立

発電所の設計、製作、据付、運転を通して、一貫した品質保証活動を実施するため、これらに参加する多数のメーカーと当社との間に「品質保証総合体制」を確立し、安全性、信頼性の向上を図りました。

全チタン管復水器の採用

復水器冷却管には、従来のアルミブラス管に替えて、耐食性のすぐれたチタン管を採用しました。

改良型中央制御盤の採用

米国スリーマイル・アイランド発電所事故の教訓から、事故時に正しい操作が容易に行えるよう、制御盤の構成や配列等に改良を加えるとともに、最新のコンピュータ技術や、CRT(運転状態監視)技術の積極的な導入を行いました。

機器の屋内配置

冬期の凍結防止及び定期検査時の作業を考慮して、先行原子力発電所では屋外にある燃料取替用水タンク、1次系純水タンク、循環水ポンプ等は、屋内に設置しました。

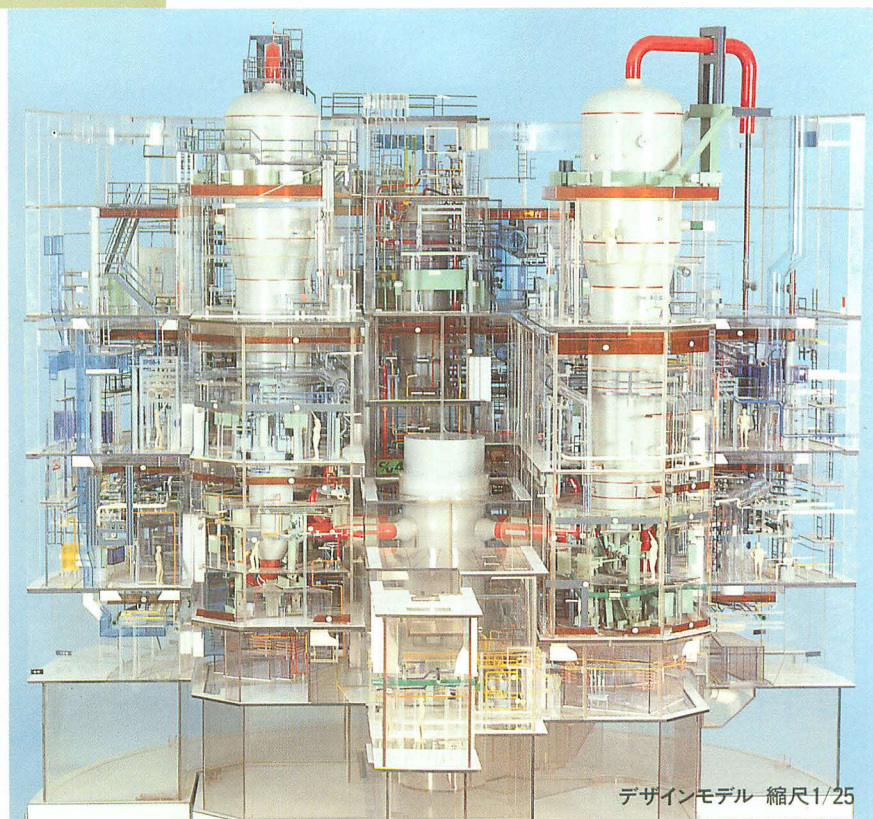
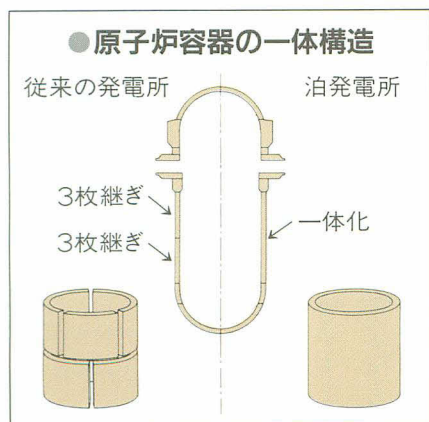
モデルエンジニアリング手法の採用

発電所の建物や機器を縮少したものやデザインモデルを製作し、機器、配管などの適正な配置設計を行いました。

原子炉容器胴部一体化の採用

原子炉容器胴部(炉心部分)を継目のない一体構造として溶接線を減少させることにより、溶接部分の検査作業量を減らし、作業時に受ける放射線量の低減をはかりました。

●原子炉容器の一体構造

デザインモデル 縮尺1/25

泊発電所の安全確保対策

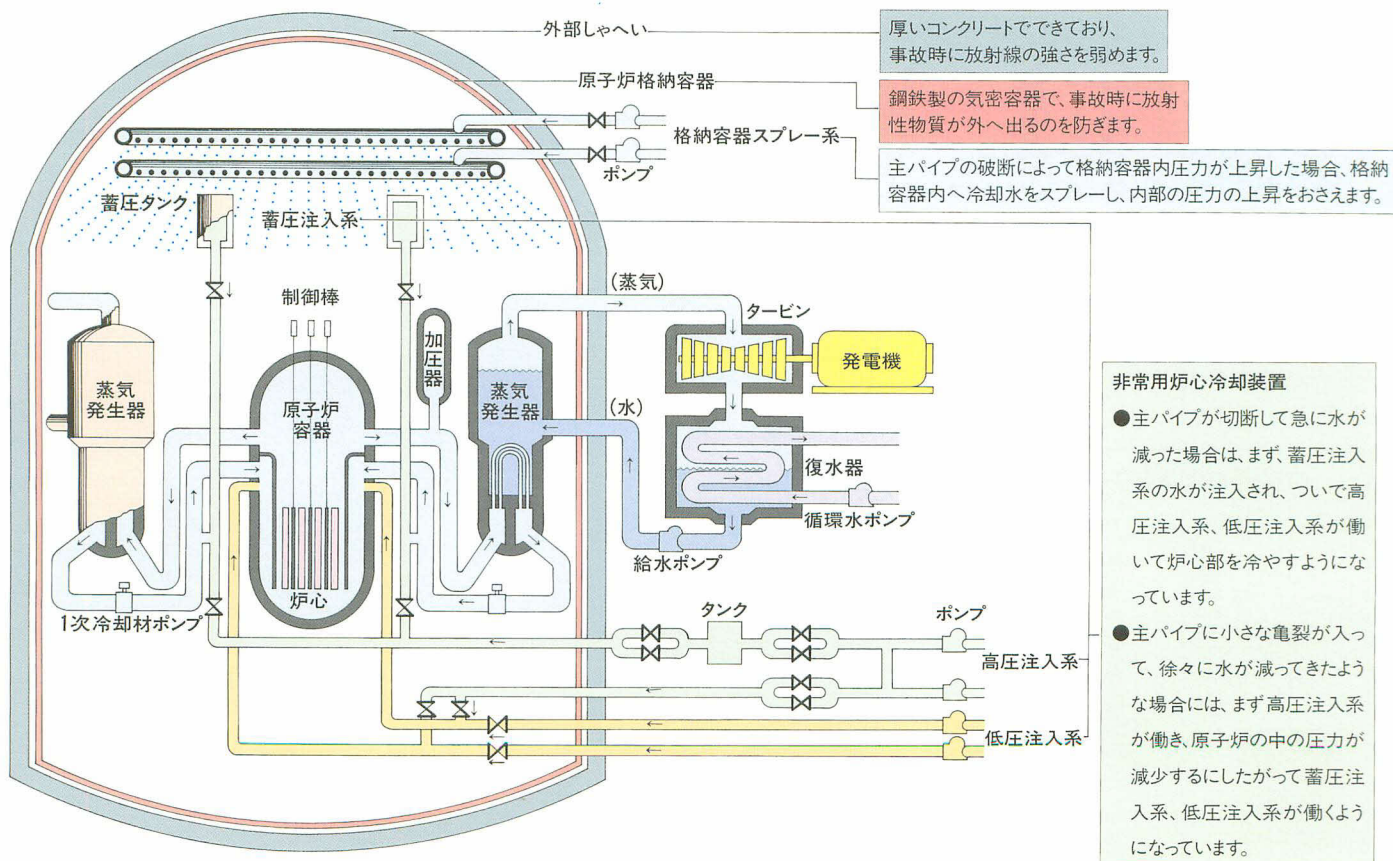
泊発電所では、多重防護の考えに立った適切な設計や、保守管理、運転管理を含めた事故防止対策を講じ、放射性物質の周辺環境に及ぼす影響が問題とならないように以下のような配慮をしています。

自然条件に耐える設計

泊発電所は、地震、台風、高潮、地すべり、雪害などの自然災害に対し十分耐えられるような設計上の配慮をしました。特に地震に対しては、万が一非常に大きな地震が起きたとしても十分耐えられるように、原子炉建屋などの重要な構造物は、強固な岩盤に直接据えつけました。

故障や誤操作・誤動作を防止する設計

運転の状況が一括して中央制御室に表示され、運転員が常に的確な判断ができるように配慮しました。

さらに、万が一装置に故障があっても安全側に作動するといったフェイル・セイフ・システムや、運転員の誤操作・誤動作による事故を防止するインターロック・システムをほどこし、安全を確保しています。

●フェイル・セイフ・システム(fail-safe system)

システムの一部に故障があった場合でも、安全が確保されるようなシステムのことです。たとえば、制御棒駆動装置用の電源がなんらかの理由で切れた場合でも、制御棒そのものの重さにより制御棒が炉内に落下し、安全に停止できるようになっています。

●インターロック・システム(interlock system)

原子炉施設ではいくつもみられるしくみですが、たとえば運転員が誤って制御棒を引きぬこうとしても、制御棒の引きぬきができないようになっているなど、誤った操作による事故を防止するシステムです。

機器の保守・点検

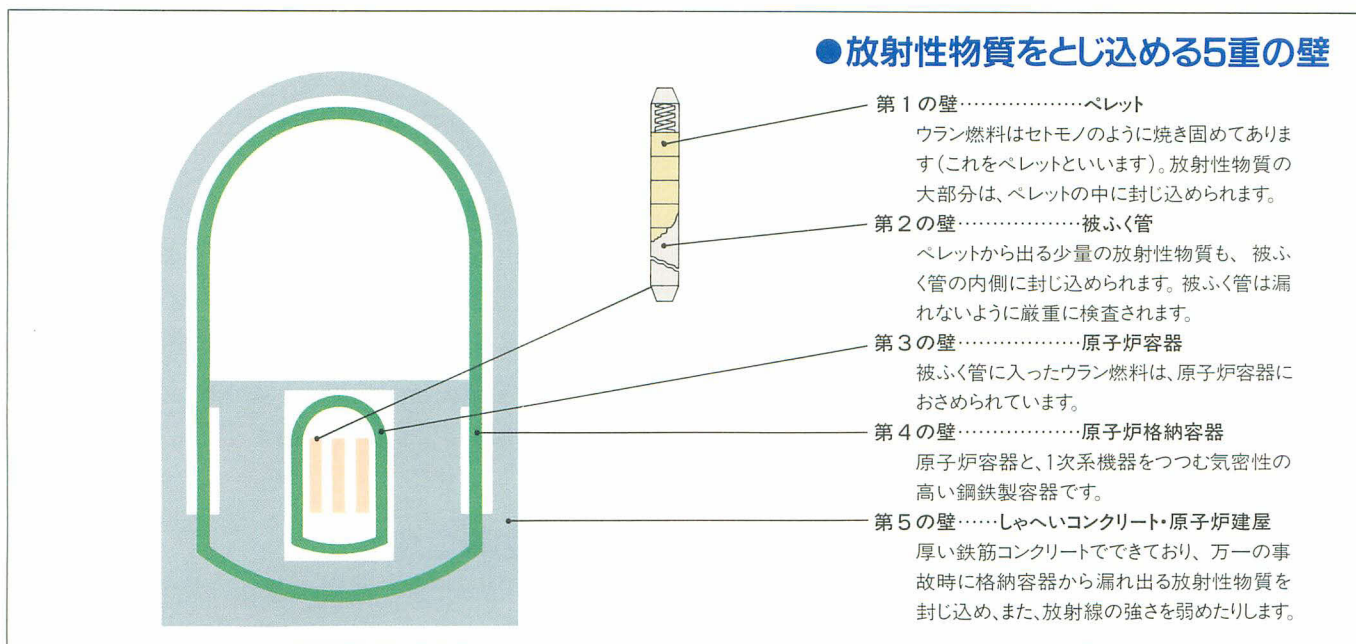
機器の製作や据付段階で、設計どおり行われているかどうかを確認するため、多くの試験や検査を行います。

また、運転開始後も、日常的に機器の点検を行うとともに、毎年1回原子炉を止めて機器の分解点検を行い、異常や故障を未然に発見して修復することにしています。

放射性物質の異常な放出を防止する対策

発電所内で、万一、故障や異常が発生した場合には、制御棒を炉心内に自動そう入し、原子炉を停止させ、事故への発展を防止する安全保護装置を設けています。また、これに多重性をもたせ確実に作動するようにしています。

●泊発電所の安全装置(略図)

また、“念には念を入れよ”という考え方から、たとえば、原子炉容器につながっている太いパイプが一瞬にして破断するという極端な事故を想定したとしても、ただちに冷却水を注入して炉心を冷却する非常用炉心冷却装置や気密性の高い原子炉格納容器などの安全防護設備により、外部への異常な放射性物質の放出を確実に防止し、周辺の公衆に放射線による障害を及ぼすことがないようにしています。

原子力訓練センターでの教育・訓練

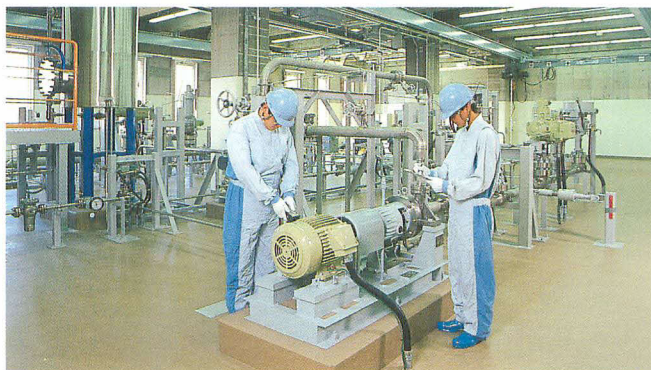
●保修員の訓練

ポンプやモーターなど発電所の主な設備と同様の機器が設置されており、保修員や関連技術者の知識・技能の向上を目的とした教育・訓練を行います。

●運転員の訓練

原子力発電所の運転員は原子力発電訓練センター（NTC）などで厳しい訓練を受けています。

また、泊発電所の構内に設置されている、中央制御盤を模擬したシミュレータを使い実際の発電所と同じ状況での運転訓練がくりかえし行われています。

さらに、国の資格認定試験に合格した運転員が数々の厳しい規則を守って運転にあたっています。

機器の保修訓練

シミュレータによる運転訓練

泊発電所の放射線管理

安全確保の基本的考え方

原子力発電所の安全確保とは、原子炉の運転によって生じる放射性物質により発電所周辺の公衆に障害を及ぼさないようにすることです。このため、設計、建設、運転、保守全般にわたり、次の考え方を基本としています。

❶通常運転時に放出される放射性物質の量を十分低くおさえて、発電所周辺の公衆が受ける放射線量を法冷で定めている規制値(年間1ミリシーベルト＝100ミリレム)を超えないようにすることはもちろん、実用可能な限り低くおさえ、全身で年間0.05ミリシーベルト(5ミリレム)以下の低い線量になるようにしています。

❷事故によって発電所周辺の公衆に放射線による障害を与えないようにするため、設計の段階から安全防護設備の設置にいたるまで、万全の対策を講じています(多重防護の考え方)。

❸発電所は広い敷地を確保して、周辺公衆との距離を十分とるなど、立地上の配慮をしています。

発電所の放射線管理

Ⓐ通常運転時の放射線管理

原子力発電所では、運転にともなってごく微量ですが、気体、液体及び固体状の放射性廃棄物が発生します。これらは厳重に処理を行い、外部へ放出する場合は放射能を測定し、発電所周辺の人々が受ける放射線量が、わが国の法令で定められている規制値(年間1ミリシーベルト＝100ミリレム)以下であることはもとより、原子力安全委員会が定めた線量目標値(年間0.05ミリシーベルト＝5ミリレム)以下になるように放出管理を行っています。なお、年間0.05ミリシーベルト(5ミリレム)という線量目標値は、私たちが大地や宇宙から受けている自然放射線に比べても約20分の1とごく少ない量です。

Ⓑ環境放射線の監視

原子力発電所では、通常の運転で発電所から放出される放射性物質が、周辺環境に影響を与えていないことを確認するため、下記のような方法で環境放射線の監視を行っています。

●**モニタリングポスト**
発電所の周辺監視区域境界付近に設置。空気中の放射線量を常時測定し、発電所内の中央制御室で集中監視を行っています。

●**モニタリングステーション**
発電所周辺に設置。空気中の放射線量を常時測定記録するとともに、定期的に空気中の放射性物質の濃度を測定しています。

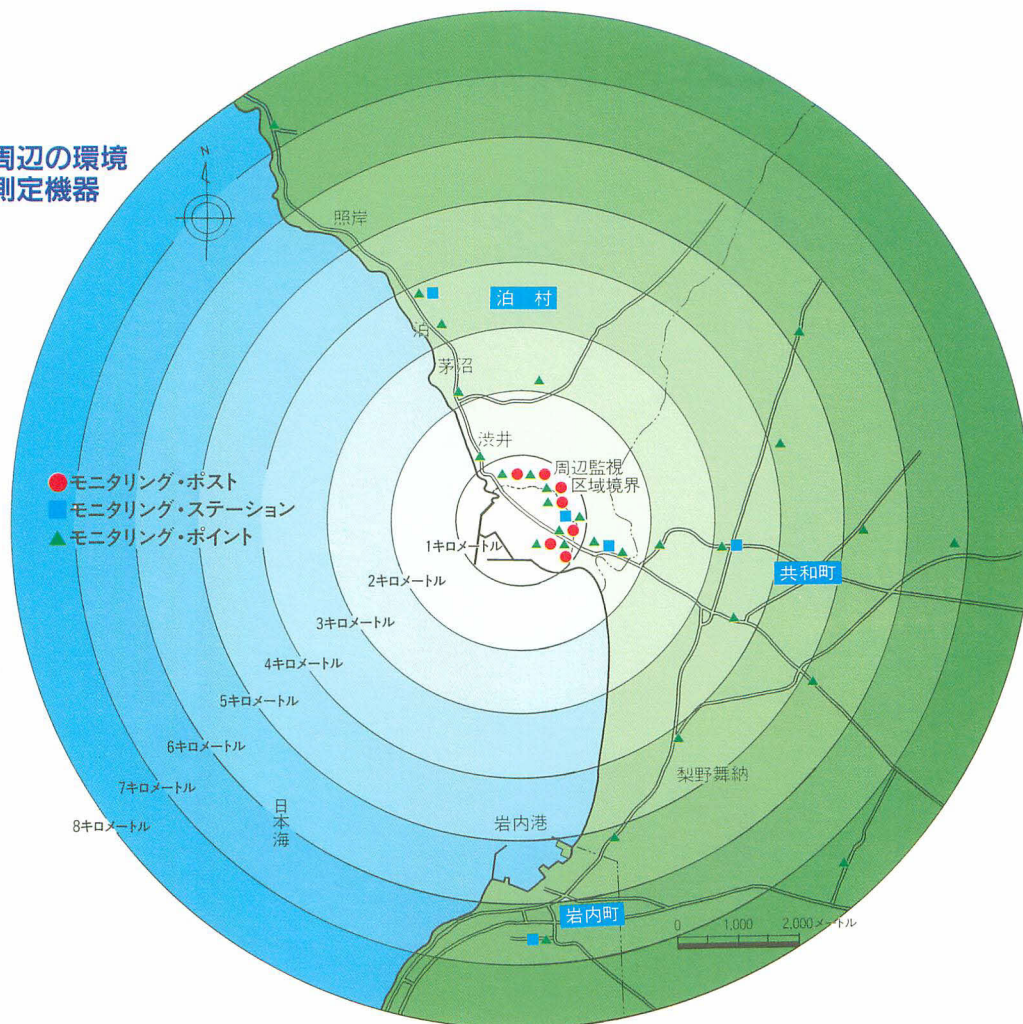
●**モニタリングポイント**
発電所周辺に設置。3ヵ月ごとの積算線量を測定しています。

そのほか定期的に土壌、農水産物などを採取し、放射性物質の濃度を測定しています。

また、きめ細かに各所の放射線量を測定するために、モニタリングカーも活躍しています。

●泊発電所周辺の環境放射線の測定機器配置図

●モニタリング・ポスト
■モニタリング・ステーション
▲モニタリング・ポイント

照岸
泊村
泊
茅沼
渋井
周辺監視区域境界
共和町
梨野舞納
岩内港
岩内町
日本海
1キロメートル
2キロメートル
3キロメートル
4キロメートル
5キロメートル
6キロメートル
7キロメートル
8キロメートル
0 1,000 2,000メートル

ⓒ放射性廃棄物の処理

原子力発電所の運転に伴って発生する気体、液体および固体状の放射性廃棄物は、それぞれの種類や性状に応じて次のように処理します。

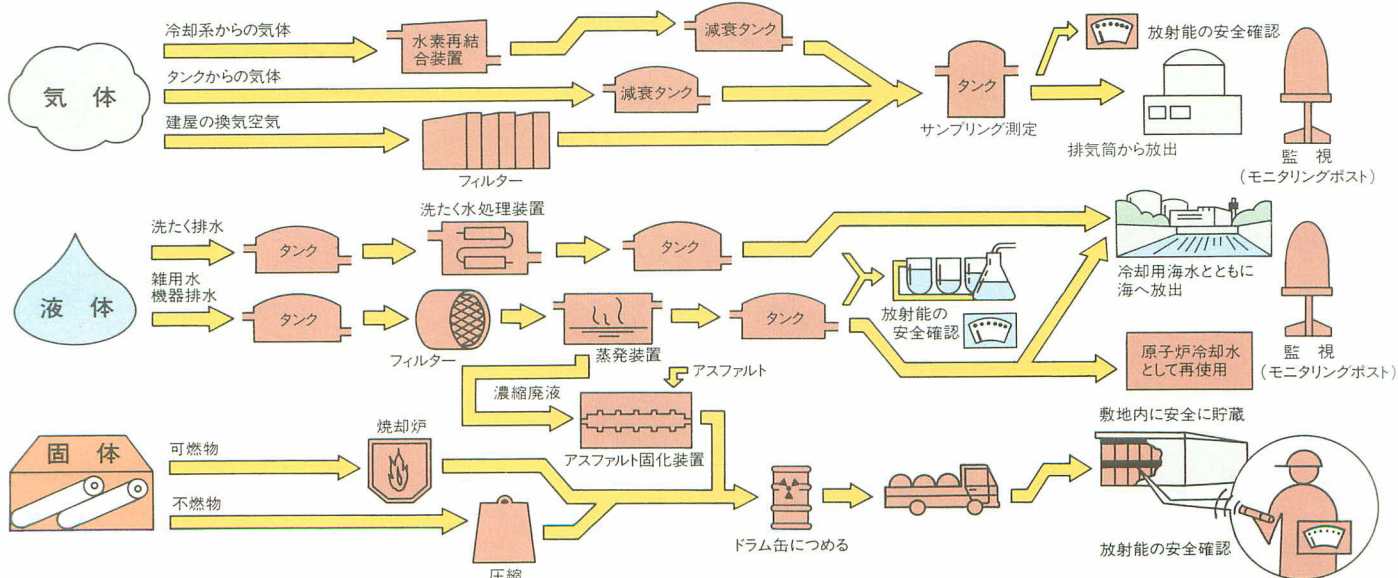
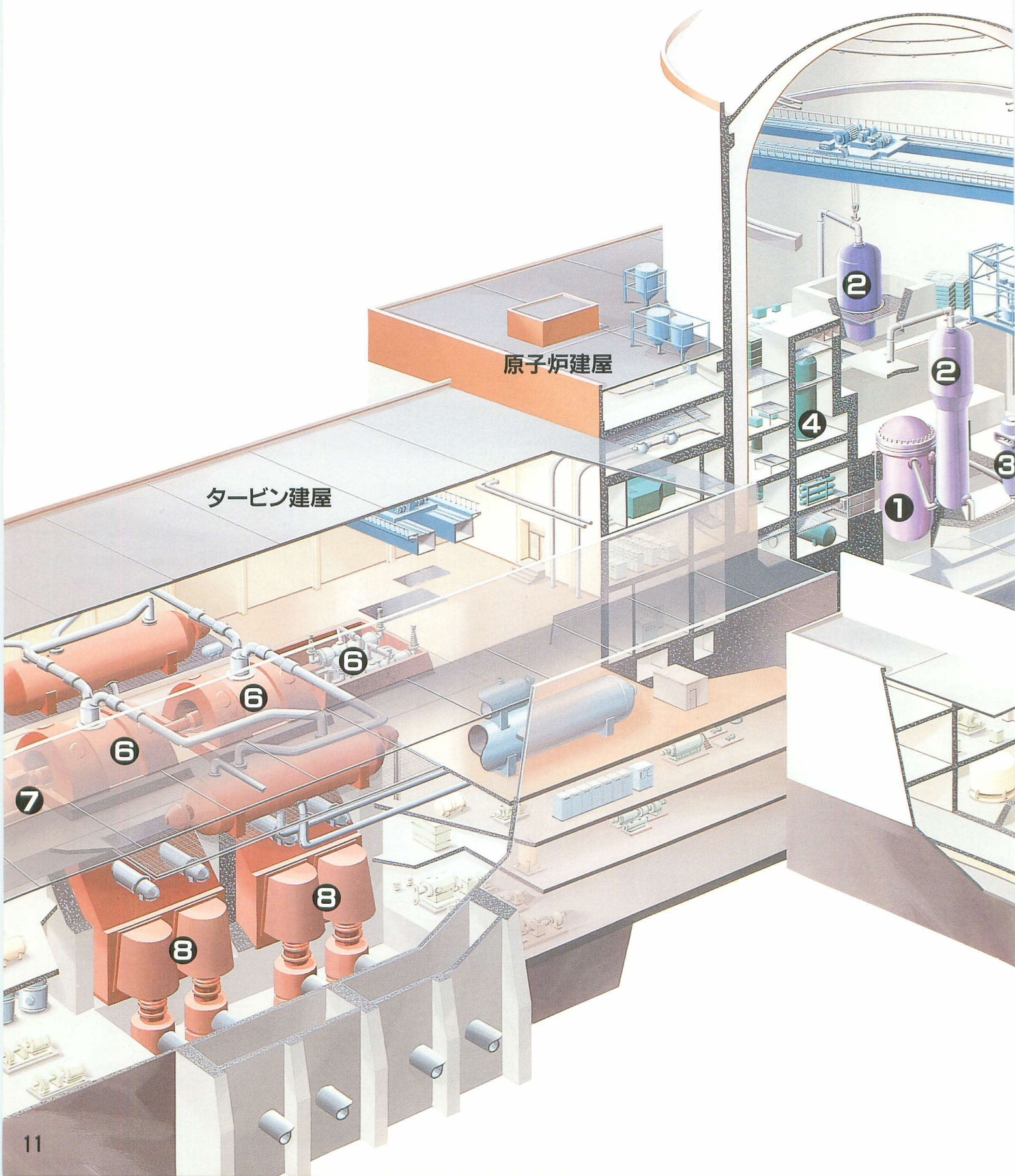
●気体廃棄物

フィルターを通したり、ガス減衰タンクで放射能を十分減衰させたのち、安全を確認したうえで大気中に放出します。

●液体廃棄物

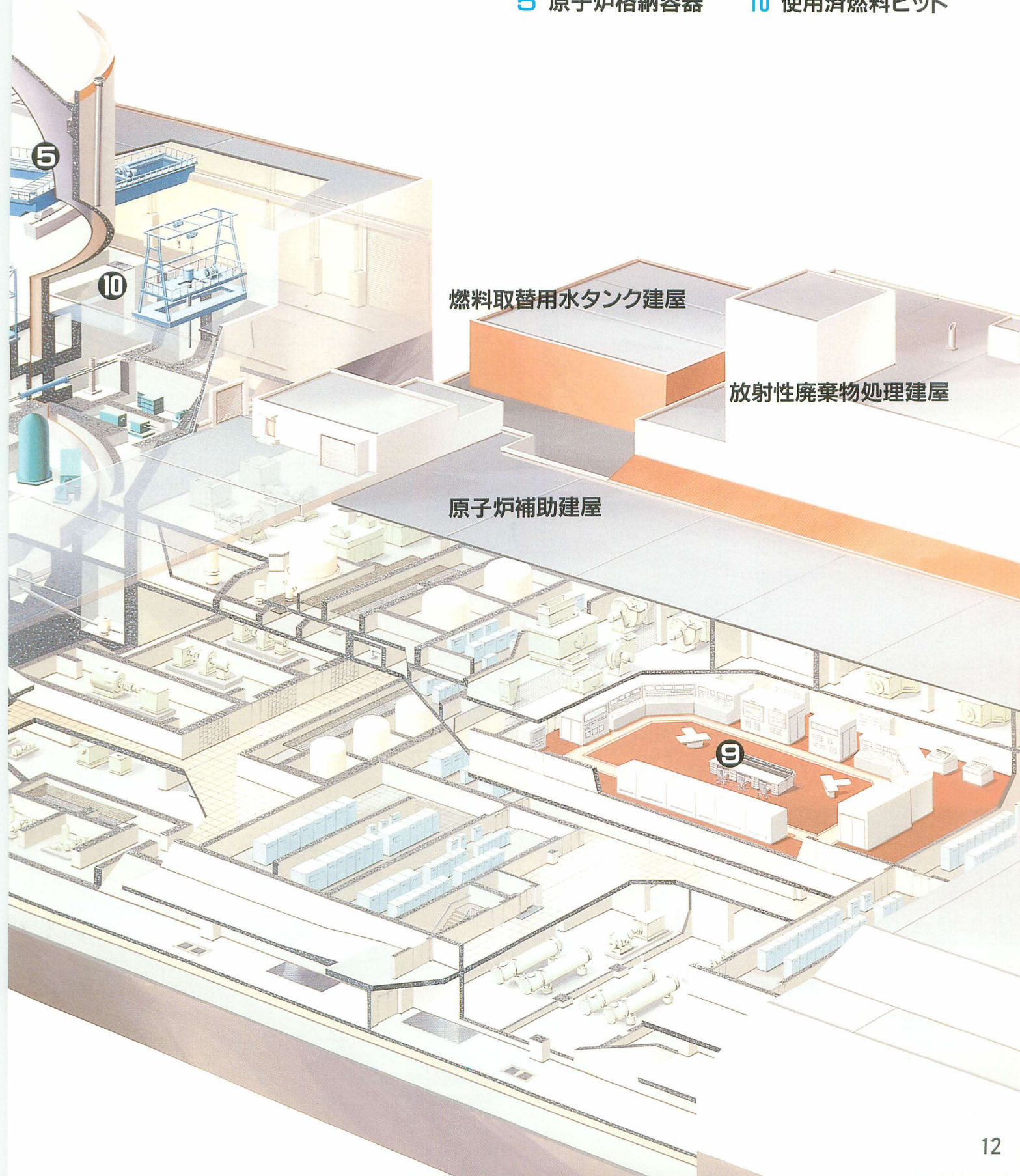
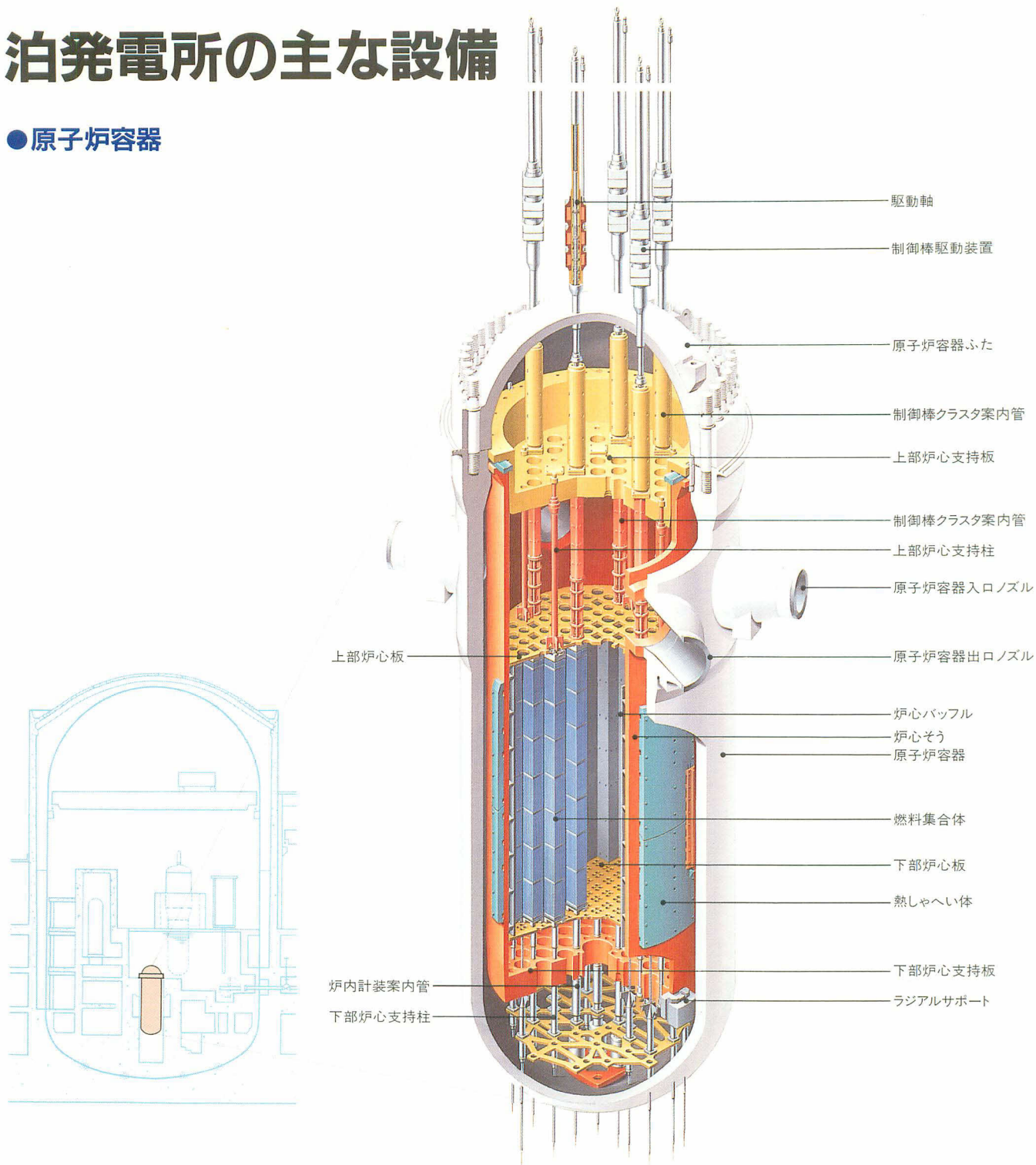
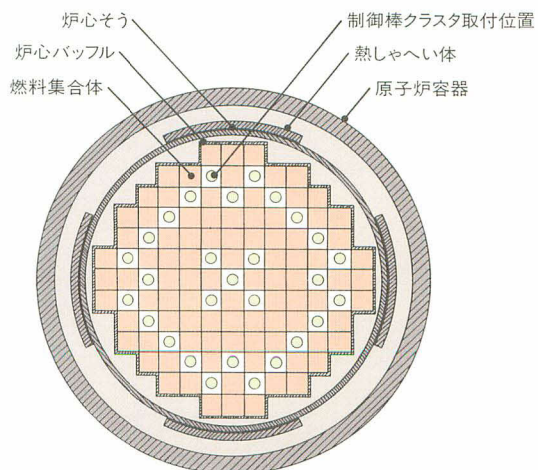
ポンプなどからの機器排水や床掃除などの雑用水、作業衣の洗たく排水などがあります。種類に応じ、蒸発濃縮器、イオン交換樹脂、洗たく排水処理装置などで処理し、濃縮処理液はアスファルトなどで固化します。また、浄化水はできるだけ再使用しますが、放出するものは安全を確認したのち冷却用海水で薄めて海中へ放出します。

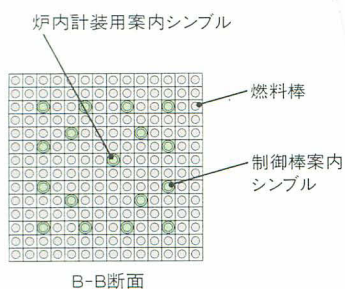
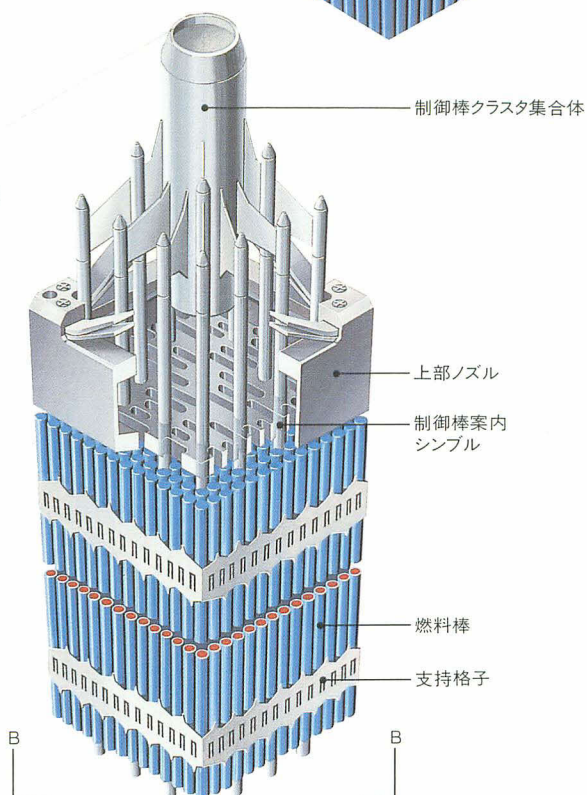
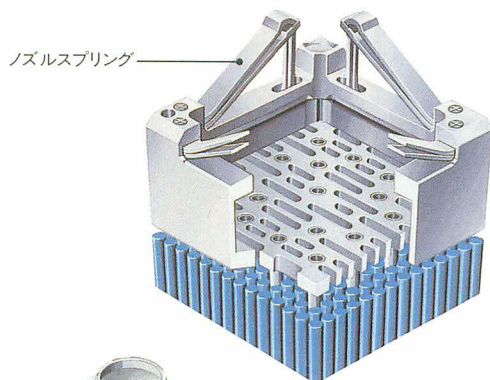
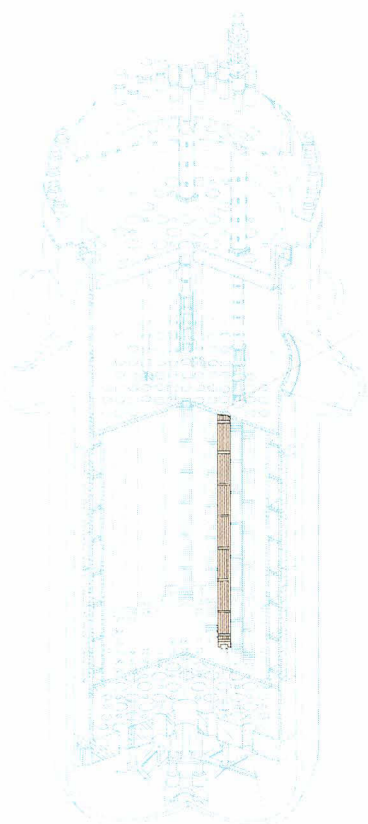
●固体廃棄物

可燃性のものは焼却し、不燃性のものは圧縮してドラム缶に詰め、発電所構内の貯蔵庫に厳重な管理のもとに保管します。

泊発電所1号機主要設備の配置

1 原子炉容器
2 蒸気発生器
3 1次冷却材ポンプ
4 加圧器
5 原子炉格納容器
6 タービン
7 発電機
8 復水器
9 中央制御室
10 使用済燃料ピット
燃料取替用水タンク建屋
放射性廃棄物処理建屋
原子炉補助建屋
5
10
9

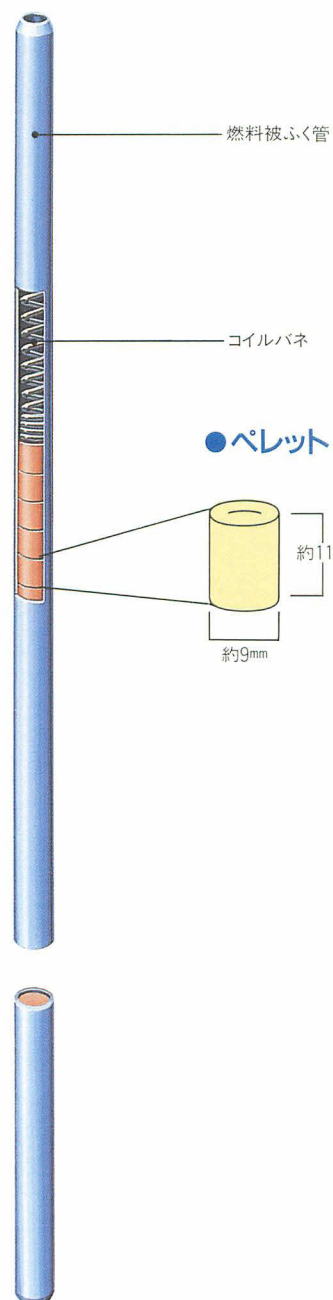
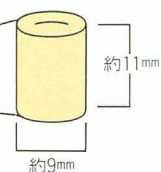
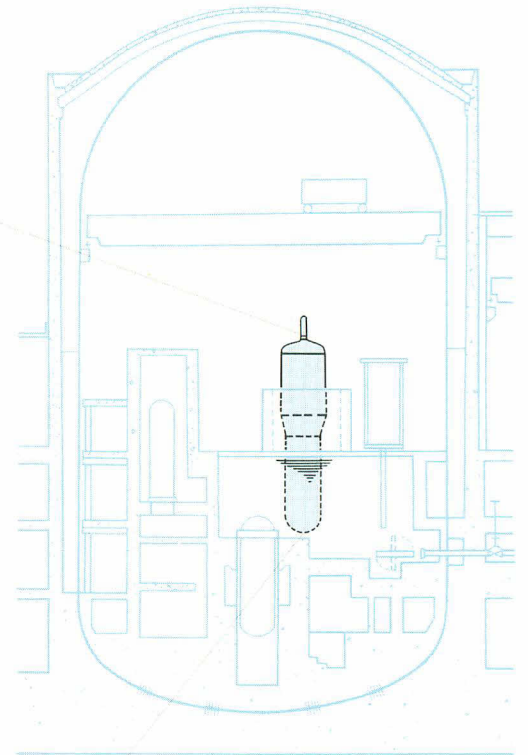
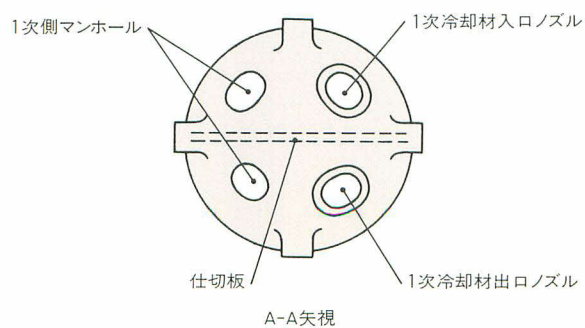
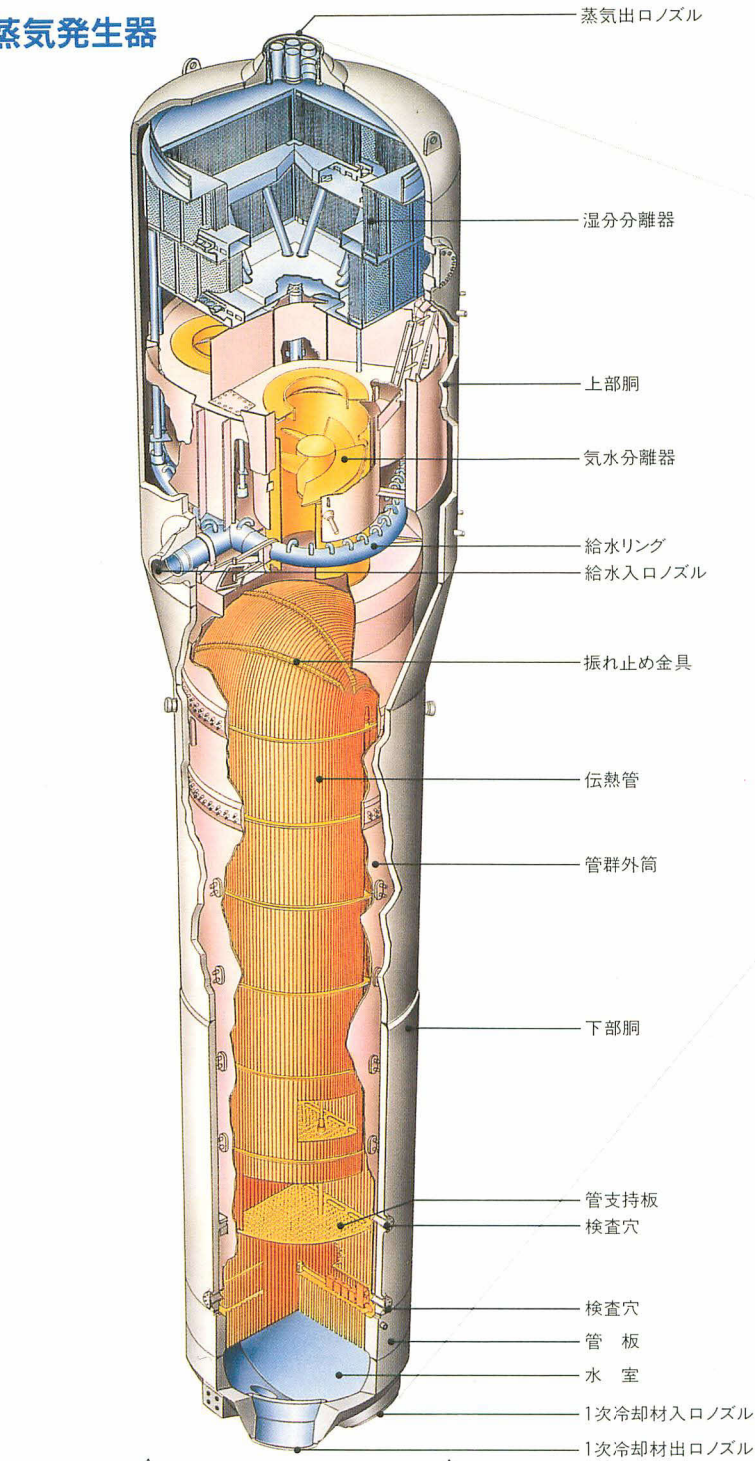
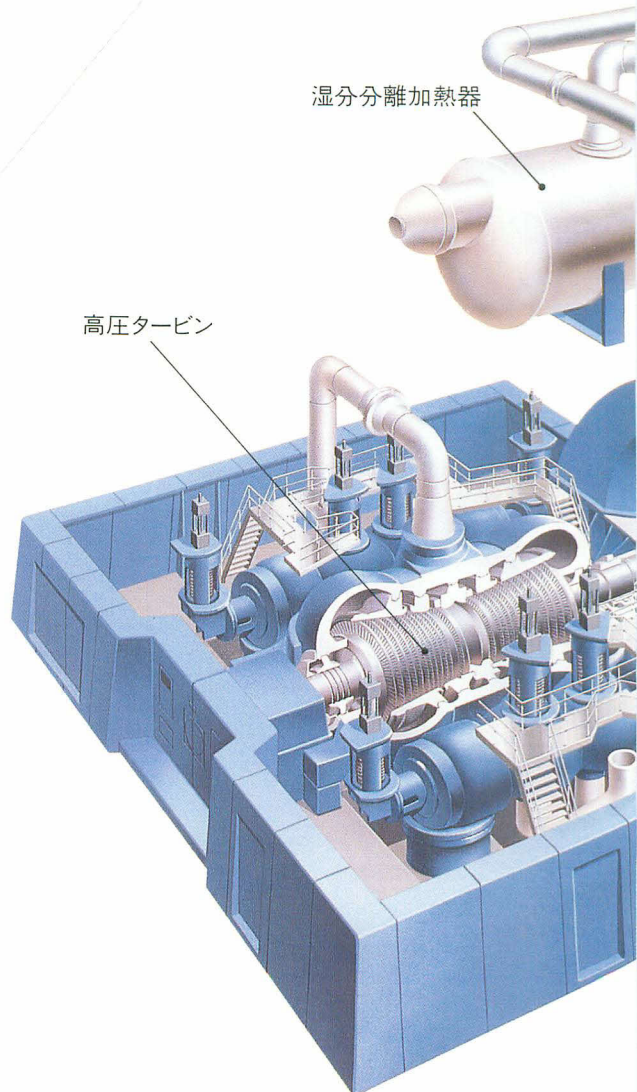
泊発電所の主な設備

●原子炉容器

駆動軸
制御棒駆動装置
原子炉容器ふた
制御棒クラスタ案内管
上部炉心支持板
制御棒クラスタ案内管
上部炉心支持柱
原子炉容器入口ノズル
上部炉心板
原子炉容器出口ノズル
炉心バッフル
炉心そう
原子炉容器
燃料集合体
下部炉心板
熱しゃへい体
下部炉心支持板
炉内計装案内管
ラジアルサポート
下部炉心支持柱

●炉　心

原子炉容器及び炉心

炉心熱出力	約1,650MW
原子炉容器　1次冷却材温度	約288℃(入口) 約323℃(出口)
原子炉運転圧力	約157kg/cm²G
主要寸法	
内　径	約3.4m
全　高	約11.5m
最小肉厚	約110mm (下部半球鏡部)
全ウラン装荷量	約48.5t

燃料集合体

燃料集合体数	121
燃料棒配列	14×14
集合体当たり燃料棒数	179
燃料棒全長	約3.86m
集合体全長	約4.06m
燃料	低濃縮二酸化ウラン
濃縮度　初装荷燃料	約2.9%(平均)
取替燃料	約3.4%～約4.1%
被ふく材	ジルカロイ-4

●蒸気発生器

蒸気出口ノズル
湿分分離器
上部胴
気水分離器
給水リング
給水入口ノズル
振れ止め金具
伝熱管
管群外筒
下部胴
管支持板
検査穴
検査穴
管　板
水　室
1次冷却材入口ノズル
1次冷却材出口ノズル
A
A
1次側マンホール
1次冷却材入口ノズル
仕切板
1次冷却材出口ノズル
A-A矢視
湿分分離加熱器
高圧タービン

蒸気発生器

型式	たて置U字管式熱交換器型
個数	2
1次冷却材流量	約15×10^3t/h/個
主蒸気運転圧力(定格出力時)	約58kg/cm²G
主蒸気運転温度(定格出力時)	約273℃
蒸気発生量(定格出力時)	約1.64×10^3t/h/個

伝熱管
- 本数 3,382本/個
- 外径 約22.2mm
- 厚さ 約1.3mm

胴部外径(上部) 約4.5m
胴部外径(下部) 約3.4m
全高 約20.6m
材料
- 本体 低合金鋼、低合金鍛鋼及び鋳鋼
- 伝熱管 ニッケル・クロム・鉄合金

蒸気タービン

型式 串型3車室4分流排気再熱再生式
定格出力 579,000kW
回転数 1,500rpm
低圧タービン最終翼 約1,118mm(44インチ)
蒸気圧力 約55.2kg/cm²
蒸気温度 約270℃

発電機

型式 横置・円筒回転界磁形・全閉自己通風・3相同期発電機
容量 650,000KVA
電圧 19,000V
周波数 50Hz
極数 4
冷却方式 水素内部冷却
水素圧力 4kg/cm²
励磁方式 ブラシレス励磁式

湿分分離加熱器

形式 横置2段加熱U字管式
個数 2
蒸気圧力
- 入口 約10.1kg/cm²
- 出口 約 9.6kg/cm²

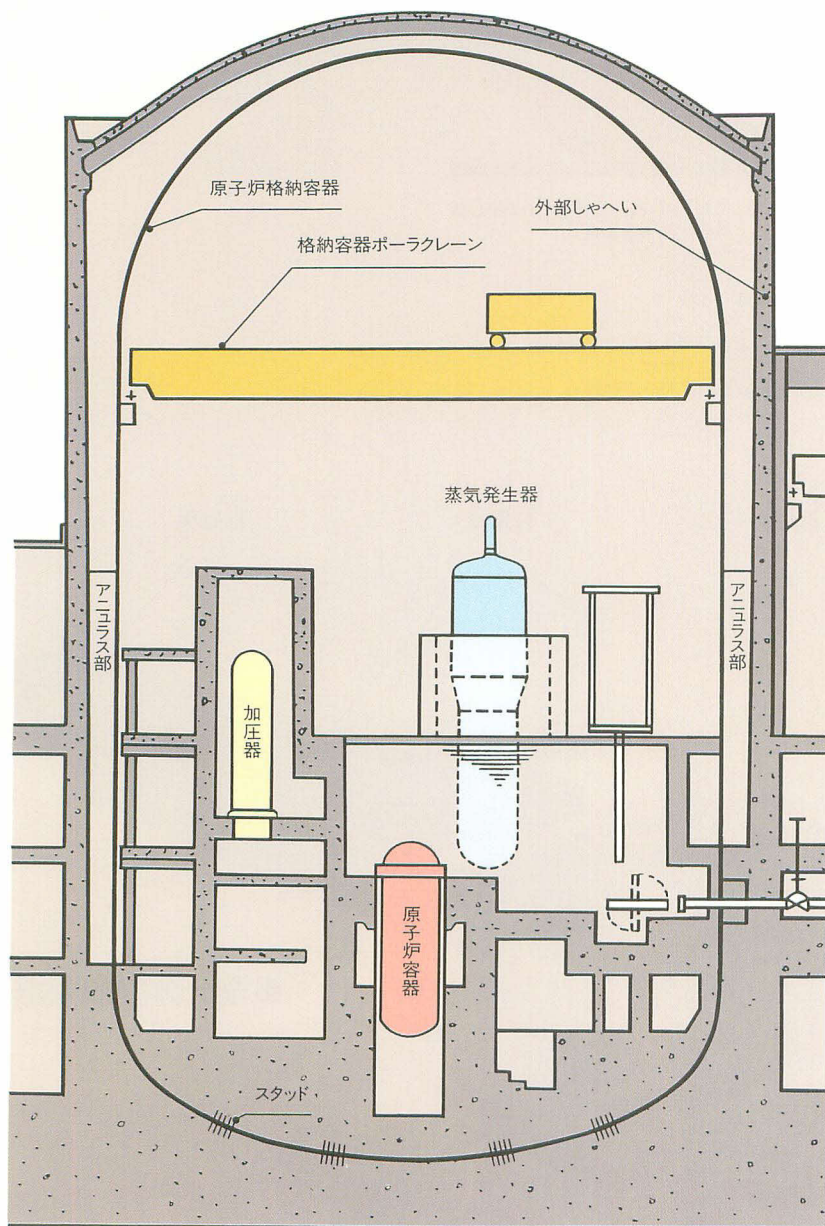
蒸気温度
- 入口 約183.6℃
- 出口 約254.6℃

●タービン発電機

泊発電所主要建屋断面図

●原子炉格納容器・外部しゃへい

原子炉格納容器
外部しゃへい
格納容器ポーラクレーン
蒸気発生器
アニュラス部
加圧器
原子炉容器
スタッド

●主要建屋断面図

原子炉格納容器

型式	上部半球下部さら形鏡円筒型	全高	約65m
最高使用圧力	2.60kg/cm²G	胴板厚	約35mm、約38mm
最高使用温度	129℃	ドーム板厚	約19mm
主要寸法		自由体積	約42,400m³
内径	約35m	材料	炭素鋼

外部しゃへい

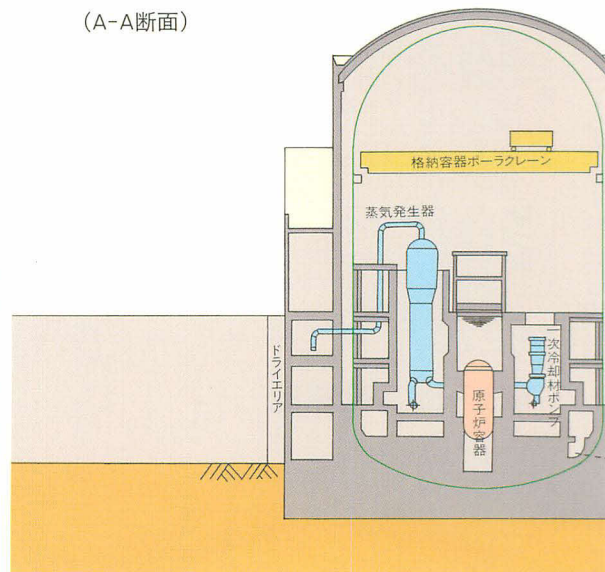
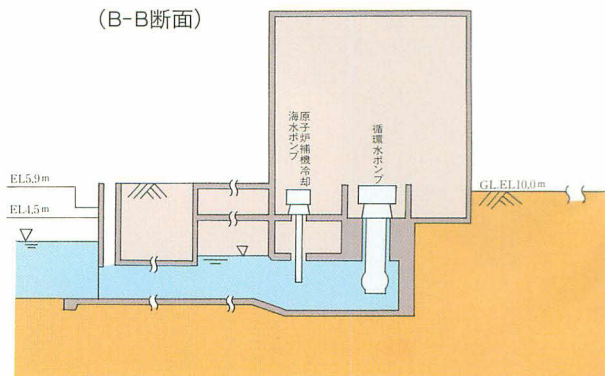
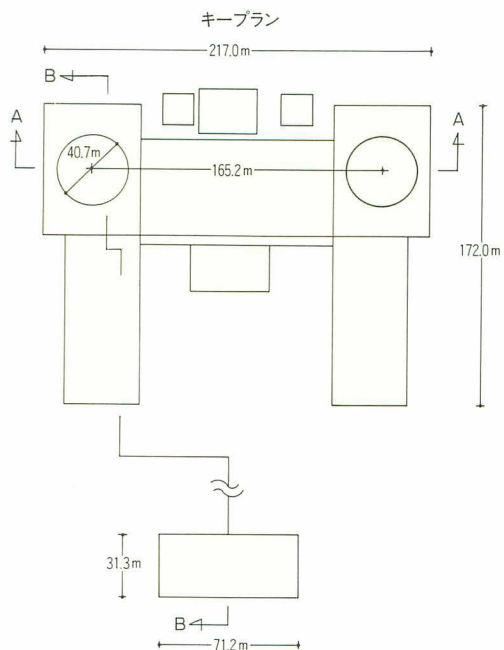
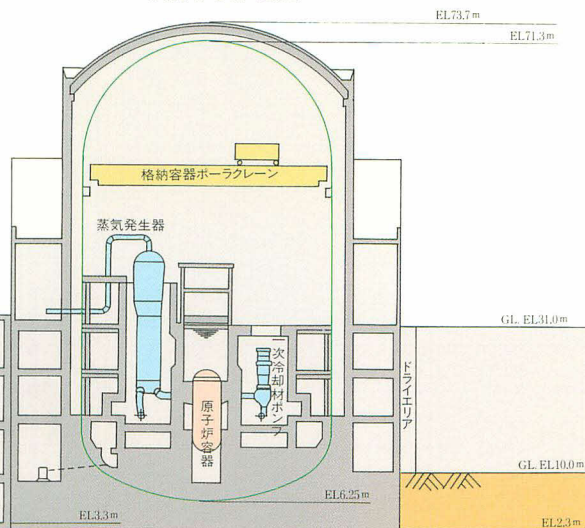
型式	円筒上部ドーム型
主要寸法	
内径	約38m
地上高	約43m(EL+31mから)
円筒部壁厚	約0.8m(上端部)~約1.3m(下部等厚部)
ドーム部壁厚	約0.35m(端部約0.4m)
アニュラス容積	約3,600m³
材料	鉄筋コンクリート

キープラン

217.0m
165.2m
40.7m
172.0m
31.3m
71.2m

2号機原子炉建屋

原子炉補助建屋

格納容器ポーラクレーン
蒸気発生器
一次冷却材ポンプ
原子炉容器
中央制御室
ケーブル処理室
ドライエリア
EL73.7m
EL71.3m
GL EL31.0m
GL EL10.0m
EL6.25m
EL3.3m
EL2.3m

●主要建物の概要

項　　目	原子炉建屋	原子炉補助建屋	タービン建屋
構造・規模	鉄筋コンクリート一部鉄骨造	鉄筋コンクリート一部鉄骨造	鉄骨造
	地上４階・地下１階建	地上３階・地下１階建	地上３階・地下２階建
建築面積	約8,340㎡	約6,600㎡	約8,910
延面積	約24,280㎡	約26,740㎡	約30,500㎡
地上高 (EL10mから)	約64m	約22m	約29m

※面積・数量は1・2号機合計

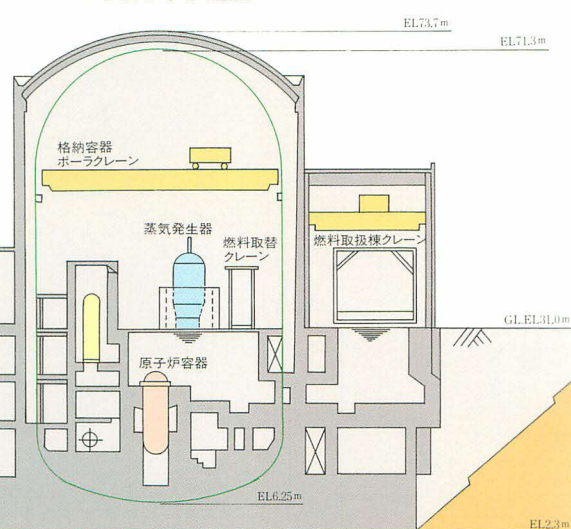
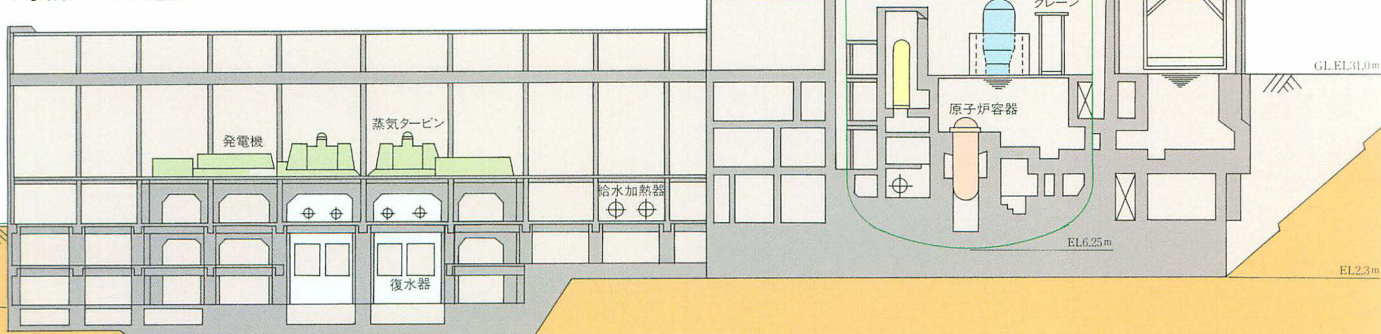
1号機原子炉建屋

1号機タービン建屋

格納容器ポーラクレーン
蒸気発生器
燃料取替クレーン
燃料取扱棟クレーン
原子炉容器
発電機
蒸気タービン
給水加熱器
復水器
EL73.7m
EL71.3m
GL EL31.0m
EL10.3m
EL10.0m
EL(−)1.7m
EL6.25m
EL2.3m

0 10 20 30m

(注)EL：標高

北海道電力

本　店
(〒060-91) 札幌市中央区大通東1丁目2番地
TEL(011)251-1111

泊発電所
(〒045-02) 古宇(ふるう)郡泊村大字堀株(ほりかっぷ)村726番地
TEL(0135)75-3331

'94-9-5,000HA